

## **Geschäftsbereich Abwasser**

Anwendungsbereich: Lebensmittel-/Getränkeindustrie, Papierindustrie, Pharmazeutische Industrie, Chemische Industrie, Solar- und Halbleiterindustrie, Abwässer aus der Landwirtschaft.

### **Grundnutzen**

Die DAS Environmental Expert GmbH stellt ihren Kunden neben der Abgasentsorgung auch für die Abwasseraufbereitung effiziente, sichere, kostengünstige und vielfältig einsetzbare Lösungen bereit. Bei zahlreichen Produktionsprozessen, beispielsweise in der Chemie, der Pharmazie oder der Lebensmittelerzeugung, müssen Abwässer vor der Abgabe in die Umwelt oder in öffentliche Abwassersysteme vorbehandelt werden.

So werden Schädigungen der Umwelt ebenso vermieden, wie hohe Abwassergebühren für das jeweilige Unternehmen. Die DAS Environmental Expert GmbH ist auf industrielle Anwendungen spezialisiert und bietet deswegen besonders robuste, bedienungsfreundliche und auf die jeweilige Branche zugeschnittene Lösungen an.

### **DAS-Lösungen sind Komplettlösungen**

DAS-Lösungen sind immer passende Lösungen – egal, ob eine einzelne Behandlungsstufe installiert werden soll, eine komplette Kläranlage errichtet oder eine ganze Fab mit Systemen zur Wasseraufbereitung ausgestattet wird. DAS liefert Turnkey-Lösungen, also Komplettlösungen, die sofort in Betrieb genommen werden können. Das Unternehmen übernimmt alle Arbeiten, von der Planung und Konzeption, über die passgenaue Einstellung auf die individuellen Parameter, bis zur Montage und Inbetriebnahme der Anlage. Nach der vollständigen Inbetriebnahme bietet es einen umfassenden Service – von der allgemeinen Wartung bis hin zum kompletten Betreibervertrag. Ebenso berät DAS auch Betreiber von bestehenden Kläranlagen hinsichtlich vorhandener Optimierungsmöglichkeiten. Manchmal reicht es, die Automatisierung der Kläranlage auf den neuesten Stand zu bringen, um spürbar den Energiebedarf zu senken. Deshalb gehören auch der Bau von Schaltschränken und die Programmierung von OMRON- und Siemens-Anlagensteuerungen zu den Kompetenzen von DAS Environmental Expert GmbH.

### **Anwendungserfolge**

Bis heute arbeiten DAS-Abwasseranlagen im Praxisbetrieb in Europa, Südamerika und Südostasien. Sie werden vor der Einleitung in die Kanalisation sowie vor der Direkteinleitung in Gewässer eingesetzt. Die ersten Versuche und die bereits in Betrieb befindlichen Anlagen zeigen, dass damit nicht nur im Allgemeinen gut abbaubare biologische Abprodukte entsorgt werden können. Auch die Reduzierung schwer abbaubarer Verbindungen ist damit kostengünstig möglich. Für weitere Details, verweisen wir gerne auf unsere veröffentlichten Referenzen <https://www.das-ee.com/de/abwasserbehandlung/fallstudien/>

### **Abstimmung auf den jeweiligen Einsatzzweck**

Wie eine derartige Anlage ausgelegt wird, ist von der Beschaffenheit des Abwassers abhängig. Die Einschätzung des vorliegenden Abwassers setzt deshalb häufig Vorversuche im Dresdner

Labor der DAS Environmental Expert GmbH voraus. Auf der Grundlage dieser Untersuchung lassen sich die erreichbare Leistung sowie der Aufwand und die nötige Größe einer TFR-Bioreaktor-Anlage einschätzen. Der optimale Anlagenumfang kann im Anschluss daran mit dem Betrieb einer Versuchsanlage vor Ort oder durch den vorgezogenen Aufbau und Betrieb des ersten Reaktors der Großanlage eingeschätzt werden.

### **MBBR-Technologie (Moving Bed Bio Reactor)**

Das Wirbelbettverfahren (Moving Bed Biofilm Reactor – MBBR) ist eine Technologie zur biologischen Abwasserbehandlung, bei der die notwendigen Mikroorganismen als Biofilm auf Trägermaterial wachsen. Das Design des Trägermaterials gewährleistet dabei eine maximale wirksame Oberfläche, die dem Biofilm bzw. den Mikroorganismen zur Verfügung steht. Die Belüftung des Reaktors sorgt zugleich dafür, dass die Flüssigkeit permanent durchmischt wird und somit für einen ausreichenden Kontakt der Abwasserinhaltsstoffe zu den Mikroorganismen gesorgt wird. Es ist auch möglich, das Wirbelbettverfahren anaerob einzusetzen – in diesem Falle erfolgt die Durchmischung mit Hilfe von Pumpen oder mit einem Rührwerk.

Dicke und Beschaffenheit des Biofilms auf dem Trägermaterial werden sowohl durch die im Bioreaktor herrschenden Scherkräfte als auch durch die Inhaltsstoffe des Abwassers beeinflusst: Je höher der Gehalt an organischen Substanzen im Abwasser, desto schneller wächst auch der Biofilm.

Im Gegensatz zur TFR-Technologie (siehe unten) befindet sich das Trägermaterial schwebend im Reaktor. Besonders bei sehr großen Abwassermengen ab 500 m<sup>3</sup>/d und hohen CSB-Frachten > 1.000 kg/d stellt das MBBR-Verfahren oftmals die kostengünstigere Lösung dar.

### **TFR-Technologie (Trickle Flow Reactor)**

Das TFR Verfahren (Trickle Flow Reactor) ist eine Technologie zur biologischen Abwasserbehandlung, bei der die notwendigen Mikroorganismen als Biofilm auf Trägermaterial wachsen. Anders als beim MBBR-Verfahren arbeitet nach dem Rieselstromprinzip. Die Abwässer rieseln von oben nach unten über ein Trägermaterial (kleine Kunststoffkugeln), auf dem Mikroorganismen aufgewachsen sind. Diese zersetzen die Verunreinigungen und es entstehen reines Wasser und saubere Luft. Im Gegensatz zum international verbreiteten Stand der Technik ist der TFR-Bioreaktor nicht mit den Abwässern gefüllt, sondern arbeitet mit einem sogenannten "nicht eingestauten Bett". Damit erfolgt die Versorgung der Biomasse mit der notwendigen Luft aus der Umgebung nahezu drucklos über einen einfachen Ventilator am Boden. Die Luft wird im unteren Bereich des Reaktors eingeblasen. Da die Abwässer von oben über die Mikroorganismen rieseln, ergeben sich ein ungehinderter Kontakt und kurze Stoffübergangswege zwischen den Organismen, den Abwasserschadstoffen und dem Sauerstoff.

Da die Luft nicht mit hohem Druck eingepresst werden muss und es auch keiner künstlichen Bewegung der Biomasse bzw. ihres Trägermaterials im Reaktor bedarf, ist der Energieverbrauch der Anlage gering und sie arbeitet durch ihren einfachen Aufbau nahezu verschleißfrei. Für die Betreiber bietet das folgende Vorteile: Geringe Betriebs- und Investitionskosten, geringes Anlagenvolumen und minimaler Wartungsaufwand.

### **Einsatzbereiche**

Der TFR-Bioreaktor kann eingesetzt werden:

- Zur Vorbehandlung von Abwässern (Gesamt- oder Teilstrom vor der Einleitung in die eigene oder die kommunale Kläranlage)
- Zur vollständigen Reinigung der Abwässer (vor Einleitung in ein Gewässer)
- Zur Gewinnung von Brauchwasser (z. B. Wiederverwendung von Kondensaten - sog. Brüdenkondensate - mit festen und gelösten Stoffen)

### **MBR-Technologie (Membrane Bio Reactor)**

Bei sanitären und kommunalen Abwässern ab ca. 100 Einwohnergleichwerten setzt DAS auf die bewährte MBR-Technologie. Dabei kommen feinporige Membranen zum Einsatz, die unter Hochdruck vom Abwasser durchdrungen werden. Partikel bis hinunter zu einer Größe von 0,1 µm werden von der Membran zurückgehalten. Das Ergebnis ist ein sehr klares Wasser, welches z. B. für eine geruchsfreie Bewässerung von Grünanlagen verwendet werden kann.

### **Belebtschlammverfahren**

Wenn es keine besonderen Anforderungen an den Platzbedarf gibt, ist bei kommunalen Abwässern das Belebtschlammverfahren die kostengünstigere Wahl. Bei diesem Verfahren verbleibt stets eine gewisse Menge Schlamm in den Becken der Kläranlage, der überwiegend aus aerob arbeitenden Mikroorganismen besteht, also Bakterien, die Sauerstoff zum Überleben benötigen. Durch eine gleichmäßige Belüftung wird der suspendierte Schlamm nicht nur mit dem nötigen Sauerstoff versorgt, sondern gleichzeitig in der Schwebe gehalten. Das sorgt für eine ausreichend lange Kontaktzeit der Bakterien mit den im Abwasser enthaltenen Schadstoffen.

### **Biologische Abwasserbehandlung mit dem SBR-Verfahren**

Die sequentielle biologische Reinigung (Sequenced Batch Reactor – SBR) ist eine Belebtschlamm-Technologie zur Abwasseraufbereitung auf der Grundlage von zwei separaten Anlageanteilen. Eine Vorklärung wird zunächst zum mechanischen Rückhalt der Grobstoffe eingesetzt. Sie dient auch als Sammelbecken, aus dem dann das belastete Abwasser in ein biologisches Belebungs- und Nachklärbecken befördert wird, das sogenannte SBR-Becken. Dort wird das zufließende Abwasser in einem zyklisch verlaufenden Prozess gereinigt. Dazu wird der sogenannte Belebtschlamm genutzt, der eine sehr hohe Anzahl von Mikroorganismen enthält, die organische Substanzen aus dem Abwasser beseitigen. Um eine gute Durchmischung und Sauerstoffversorgung zu gewährleisten, wird das Abwasser dabei in regelmäßigen Abständen durch Luftzufuhr umgewälzt.

Auf diese Belüftungsphase folgt eine Ruhephase ohne Belüftung. Dabei setzt sich der Belebtschlamm am Boden der Anlage ab. Im oberen Teil des SBR-Beckens hingegen bildet sich eine Klarwasserzone. Aus diesem Bereich wird schließlich das gereinigte Abwasser abgezogen und in einen Vorfluter oder in eine Versickerungsanlage eingeleitet. Vom Boden des Reaktors wird der sogenannte Überschussschlamm abgepumpt. Er wird in die Vorklärung zurückgeführt. Danach beginnt der Reinigungsprozess erneut.

### **Belüftung und Durchmischung mit Ejektoren**

Biologische Kläranlagen benötigen immer eine aktive Zufuhr von Sauerstoff oder Umgebungsluft, damit die sauerstoffzehrenden Bakterien arbeiten können. DAS Environmental Experts GmbH setzt dabei weitestgehend Ejektoren ein.

### Vorteile der DAS-Ejektoren

Hohe Sauerstoffausnutzung durch die Bildung feiner Blasen, diese schaffen große Grenzflächen zwischen Luft und Wasser. Da der Sauerstoffeintrag nicht nur von der Blasengröße (Grenzfläche zwischen Luft und Wasser), sondern gleichermaßen von der Erneuerung der Grenzschicht der Luftblasen infolge der Turbulenzen des Wassers abhängig ist, erreichen Ejektoren durch die permanente Wasserumwälzung eine sehr große Sauerstoffausnutzung. Durch eine intensive Anströmung des Bodens werden Ablagerungen verhindert. Eine einfache Regelung der Sauerstoffzufuhr kann durch Anpassung des Luftvolumenstroms erfolgen, wobei die vollständige Durchmischung des Beckens über den gesamten Regelbereich gewährleistet bleibt. Die Ejektoren arbeiten ohne bewegte Maschinenelemente. Eine besondere Wartung ist deshalb nicht erforderlich.

Das Luft-/Wassergemisch wird mit hoher Turbulenz ins Becken eingespeist. Der Ejektor gewährleistet so eine optimale Sauerstoffzufuhr bei vollständiger Durchmischung. Auch bei hohem Feststoffgehalt im Wasser werden Strömungsgeschwindigkeiten erreicht, die Ablagerungen am Boden verhindern.

### **Chemische und physikalische verfahren zur Abwasserreinigung**

#### **Sorption**

Als Adsorption wird die Anreicherung von Substanzen an der Oberfläche eines Festkörpers bezeichnet. Dabei handelt es sich typischerweise um einen physikalischen Prozess, bei dem Moleküle durch van-der-Waals-Kräfte an der Grenzfläche haften bleiben. Werden Stoffe durch chemische Bindungen an die Oberfläche eines Feststoffes gebunden, wird dies als Chemisorption bezeichnet. Im Unterschied zur Adsorption ist die Chemisorption oftmals nicht reversibel.

In der Abwasserreinigung werden häufig Aktivkohlen eingesetzt, um gelöste Wasserinhaltsstoffe aufzufangen, die mit preisgünstigeren Verfahren, wie den Methoden der biologischen Abwasserbehandlung, Fällung und Flockung, nicht hinreichend beseitigt werden konnten. So lassen sich Farbstoffe von Textilfärbereien aus dem Abwasser häufig nur durch Adsorption an Aktivkohle vollständig entfernen. Auch anthropogene Spurenstoffe, wie Arzneimittelrückstände, und polare organische Substanzen, wie adsorbierbare organisch gebundene Halogene AOX, binden an die Aktivkohle.

Es gibt aber auch weitere, spezielle Sorptionsmaterialien, die von der DAS EE angeboten werden. Diese werden Anwendungen wie z.B. der Entfernung von Arsen und Schwermetallen genutzt.

#### **Fällung**

Die Fällung ist ein chemisches Verfahren, mit dem die Abscheidung eines zuvor gelösten Stoffes aus einer Lösung erreicht wird. Eine übliche Methode dazu ist die Fällungsreaktion durch die Zugabe von geeigneten Substanzen. So lassen sich Schwermetalle durch Überführung in schwerlösliche Metall-Hydroxide ausfällen. Mitunter kann auch eine Ausfällung als Karbonat oder als Sulfid angewendet werden.

Anionen lassen sich oftmals als Calcium-, Eisen- oder Aluminiumsalz ausfällen. So erfolgt die Abtrennung von Fluorid-Ionen durch eine Fällungsreaktion mit Kalkmilch oder Kalzium-Chlorid. Im Zuge der Abwasserbehandlung im Klärwerk wird die Phosphat-Konzentration durch die Zugabe von Salzen wie Eisen(II)-sulfat, Eisenchlorid oder Aluminiumchlorid gesenkt. Diese sogenannte Phosphatfällung kann entweder als Simultanfällung in die biologische Klärstufe integriert oder aber als separate Prozessstufe nachgeschaltet werden.

### **Membran-Prozesse**

Die **Mikrofiltration** wird zur Abtrennung von Partikeln sowie von Bakterien und Hefen eingesetzt. Sie wird daher unter anderem zur kalten Sterilisation und zur Trennung von Öl-Wasser-Emulsionen genutzt.

Die **Ultrafiltration** dient dazu, Partikel, Mikroorganismen, Proteine und Trübstoffe aus dem Wasser abzutrennen. Die Ultrafiltration ist auch typischerweise Bestandteil eines Membranbelebungsreaktors (MBR). Da sich die Bildung von verstopfenden Belägen auf der Membran mittlerweile vermeiden lässt, werden auch bereits bestehende Anlagen zur Abwasserbehandlung zunehmend um eine Ultrafiltration als sogenannter Polishing-Step ergänzt. Bei der Nachrüstung von älteren, klassischen Kläranlagen kann die Ultrafiltration direkt im oder nach dem Belebungsbecken eingesetzt werden, um nachgeschaltete Behandlungsschritte zu ersetzen, oder um die Reinigungsleistung der biologischen Abwasserbehandlung zu erhöhen. Bei Anwendungen zur Wasserwiederverwendung dient die Ultrafiltration häufig als Vorbehandlungsstufe zur empfindlichen Umkehrosmose.

Die **Nanofiltration** ist in der Lage, Viren, Schwermetall-Ionen, große Moleküle und sehr kleine Partikel zurückzuhalten. Eingesetzt wird dieses Verfahren z.B. zur Wasserenthärtung sowie in der Trinkwasseraufbereitung und speziellen industriellen Anwendungen.

Die **Umkehrosmose entfernt auch gelöste Stoffe nahezu komplett**. Sie ist ein wichtiger Verfahrensschritt beispielsweise bei der Aufkonzentrierung von Deponieabwässern, bei der Meerwasserentsalzung bei der Entkalkung von Boilerwasser in Kraftwerken oder als letzte Verfahrensstufe bei der Wasserwiederverwendung. Dabei wird durch eine semipermeable Membran hindurch die Konzentration von in Flüssigkeiten gelösten Substanzen erhöht, indem mit Hilfe von Druck der Prozess der Osmose umgekehrt wird: Ist der Druck höher als der jeweilige osmotische Druck, diffundieren die Moleküle des Lösungsmittels auf die Seite der Membran, auf der gelöste Stoffe bereits weniger konzentriert vorliegen. Dieses Verfahren wird auch zur Gewinnung von Reinstwasser eingesetzt.

### **Energie aus Industrie-Abwasser**

Für eine energie- und leistungseffiziente Abwasserbehandlung bietet DAS Environmental Expert ihren Kunden ein neues Produkt, den selbstreinigenden, hocheffizienten DAS-Wärmetauscher E-Plate. Dieser ist besonders den Anforderungen stark verschmutzter, feststoffbelasteter Abwässer gewachsen. Mit der rückgewonnenen Wärmeenergie lässt sich die Effizienz bestehender Kläranlagen steigern. Bis zu 40 % der Kosten für Wärmeerzeugung können eingespart werden.

#### **E-Plate Eigenschaften**

- Kaum Verstopfungen aufgrund weiter Ringabstände (12 cm)
- Permanente Selbstreinigung mittels einfach auszutauschender Bürsten
  - Standzeit > 2 Jahre
  - Einfache Wartung/Inspektion während der Generalreparatur der Abwasseranlage
  - Keine Redundanz erforderlich
- Hohe Energieeffizienz durch geringen Druckverlust
- Guter Wärmeübergang durch hohe Turbulenzen (rotierende Bürsten)
- Einfache Bedienung und Handhabung

#### **Anwendungserfolge**

Referenzanlage E-Plate – Wärmerückgewinnung aus Prozessabwasser der Papierindustrie